

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

APPLICANTS : Hoon Kim et al.  
SERIAL NO. : Not Yet Assigned  
FILED : February 13, 2004  
FOR : PASSIVE OPTICAL NETWORK USING ERROR  
CORRECTION CODE

**PETITION FOR GRANT OF PRIORITY UNDER 35 USC 119**

MAIL STOP PATENT APPLICATION  
COMMISSIONER FOR PATENTS  
P.O. BOX 1450  
ALEXANDRIA, VA. 22313-1450

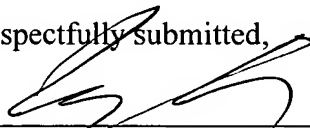
Dear Sir:

Applicant hereby petitions for grant of priority of the present Application on the basis of the following prior filed foreign Application:

<u>COUNTRY</u>	<u>SERIAL NO.</u>	<u>FILING DATE</u>
Republic of Korea	2003-58024	August 21, 2003

To perfect Applicant's claim to priority, a certified copy of the above listed prior filed Application is enclosed. Acknowledgment of Applicant's perfection of claim to priority is accordingly requested.

Respectfully submitted,

  
Steve S. Cha  
Attorney for Applicant  
Registration No. 44,069

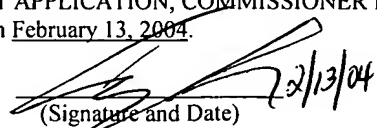
CHA & REITER  
210 Route 4 East, #103  
Paramus, NJ 07652  
(201) 226-9245

Date: February 13, 2004

**Certificate of Mailing Under 37 CFR 1.8**

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to MAIL STOP PATENT APPLICATION, COMMISSIONER FOR PATENTS, P. O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA. 22313-1450 on February 13, 2004.

Steve S. Cha, Reg. No. 44,069  
Name of Registered Rep.)

  
(Signature and Date)



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2003-0058024  
Application Number

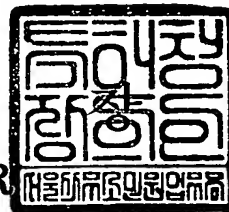
출원년월일 : 2003년 08월 21일  
Date of Application AUG 21, 2003

출원인 : 삼성전자주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 10 월 21 일.

특 허 청  
COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0005
【제출일자】	2003.08.21
【국제특허분류】	H04L
【발명의 명칭】	오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망
【발명의 영문명칭】	CDMA PON utilizing forward error correction
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	2003-001449-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김훈
【성명의 영문표기】	KIM, Hoon
【주민등록번호】	720528-1163318
【우편번호】	441-400
【주소】	경기도 수원시 권선구 곡반정동 현대아이파크 106동 401호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	황성택
【성명의 영문표기】	HWANG, Seong Taek
【주민등록번호】	650306-1535311
【우편번호】	459-707
【주소】	경기도 평택시 독곡동 대림아파트 102동 303호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이건주 (인)

## 【수수료】

【기본출원료】	20	면	29,000	원
【가산출원료】	8	면	8,000	원
【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	9	항	397,000	원
【합계】	434,000	원		

**【요약서】****【요약】****1. 청구범위에 기재된 발명이 속하는 기술분야**

본 발명은 광통신 시스템에서 광가입자 망에 관한 것으로 특히, 코드분할다중 방식과 오류 정정 코드를 사용하는 수동형 광통신망에 관한 것임.

**2. 발명이 해결하려고 하는 기술적 과제**

본 발명은 코드 분할 다중 방식 수동형 광통신망에서 가입자단의 전송 속도를 높이고, 단일 성형망에 연결될 수 있는 가입자 수를 늘일 수 있는 오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망을 제공하는데 그 목적이 있음.

**3. 발명의 해결 방법의 요지**

본 발명은, 중앙 기지국과 다수의 ONU(Optical Network Unit)로 구성되며, 각각의 ONU에 대하여 하나의 PN 코드를 할당하여 상기 중앙 기지국과 상기 ONU사이의 데이터 송수신시 상기 PN 코드를 이용하여 변조한 광신호를 이용하여 전송하는 것을 특징으로 하는 코드 분할 다중화 수동형 광 가입자망(passive optical network: PON)에 있어서, 코드 분할 다중화된 상향 신호의 전송에 있어서, 상기 상향 신호에 오류 정정 코드를 삽입하여 전송하고 상기 중앙 기지국으로부터 상기 전송된 오류 정정 코드에 대한 응답을 이용하여 상기 상향 신호의 주파수를 제어하는 것을 특징으로 하는 상기 ONU와, 코드 분할 다중화된 상향 신호의 전송을 받아, 이를 복호화하여 상기 상향 신호에 포함된 오류 정정 코드의 에러 카운터를 상기 ONU에 대한 하향 신호에 포함시켜 전송하는 것을 특징으로 하는 상기 중앙 기지국으로 이루어지는 것을 특징으로 함.

#### 4. 발명의 중요한 용도

본 발명은 CDMA PON 등에 이용됨.

#### 【대표도】

도 3

#### 【색인어】

CDMA PON, 오류 정정 코드, ONU, 중앙 기지국

**【명세서】****【발명의 명칭】**

오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망{CDMA PON utilizing forward error correction}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1 은 종래의 기술에 따른 코드 분할 방식 수동형 광 통신망의 일실시에 구성도.

도 2 는 코드 분할 방식 수동형 광 통신망의 광 비트 간섭 잡음에 대한 예시도.

도 3 은 본 발명에 따른 오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망의 일실시에 구성도.

도 4 는 본 발명에 따른 오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망의 또다른 실시예의 구성도.

도 5 는 본 발명에 따른 오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망에서의 오류 정보를 이용하여 상향 광원의 바이어스 전류를 제어하는 방법에 대한 일실시에 동작 흐름도.

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <6> 본 발명은 광통신 시스템에서 광가입자 망에 관한 것으로 특히, 코드분할다중 방식과 오류 정정 코드를 사용하는 수동형 광통신망에 관한 것이다.
- <7> 수동형 광 통신망(passive optical network; PON)은 망의 종단장치(terminal equipment)를 제외한 덕외(outside the plant)에 능동 장치(active equipment)를 두지 않는 광통신망으로, 덕외에 능동 장치가 필요한 능동형 광통신망(active optical network; AON)과 비교하여 그 망 구현에 있어서 비용이 적게 들고, 망의 유지, 관리가 용이하다는 장점이 있다.
- <8> 일반적으로 수동형 광통신망은 점대점(point to point; PTP)이나 성형망(star network) 또는 버스 형태(bus network)로 구현된다. 여기서, 점대점 통신망은 중앙 기지국(central office; CO)과 가입자가 일대일로 연결된 형태로 구성이 단순하여 가입자를 구별하기 위한 통신 규약(protocol)이 필요하지 않는다는 장점이 있지만 초기 망의 포설 비용이 매우 많이 소요되고 물리적으로 가입자 하나하나에 광선로를 구별하여 구성하여야 하는 단점이 있다. 반면에 성형망과 버스 형태의 통신망은 가입자를 구별하기 위한 별도의 물리적 구별 방법 또는 통신 규약을 요구하는 단점이 있으나 포설망의 상당 부분을 공유하므로 망의 포설 비용이 크게 절약된다.
- <9> 특히, 근거리 통신망(local access network; LAN)에서 많이 사용되는 이더넷(Ethernet)을 기반으로 한 이더넷 PON의 경우, 성형망과 버스 형태의 망의 구성이 가능하여 망의 초기 구



축 비용이 비교적 저렴하고, 손쉽게 추가적인 가입자를 수용할 수 있다. 그밖에도 ATM을 기반으로 한 ATM PON이나 WDM PON 등이 많이 사용된다.

<10> 성형망 또는 버스 형태의 광통신망의 경우 가장 문제시 되는 부분은 상향(upstream) 전송이다. 보통 하향(downstream) 전송은 중앙 기지국에서 모든 가입자에게 정보를 보내고(broadcast), 각 가입자는 자신에 해당하는 정보만 수용함으로써 이루어진다. 그러나, 상향 전송의 경우는 여러 가입자가 보내는 정보가 중앙 기지국에서 합쳐지므로 이를 구별해 내는 방법이 요구된다. 이를 위해서 시분할 방식(time division multiple access; TDMA), 파장분할 방식(wavelength division multiple access; WDMA), 그리고 코드분할 방식(code division multiple access; CDMA)등의 상향 전송 방식이 제안되었다.

<11> 여기서, 시분할 방식의 경우 각 가입자가 정해진 시간대(time slot)에 정보를 보내는 방식으로 패브리-페롯 레이저(Fabry-Perot laser diode; FP-LD)와 같은 저가의 광원을 이용하여 구현할 수 있다는 장점이 있으나, 중앙 기지국에 버스트 모드 수신기(burst-mode receiver)를 필요로 한다는 단점이 있다. 버스트 모드 수신기는 가입자 마다 물리적 거리 및 신호의 손실 정도가 달라 신호의 크기가 크게 변하면서 불연속적으로 들어오는 광신호를 수신하는 장치로서, 일반적으로 고속 동작 버스트 모드 수신기는 구현이 용이하지 않아 망 자체가 고속의 동작을 수행하기는 힘들다.

<12> 그리고, 파장분할 방식은 각 가입자마다 각기 다른 파장의 광원을 사용하는 방식으로 중앙 기지국에서는 파장을 이용하여 가입자를 구분한다. 따라서, 동일 또는 유사한 파장을 갖는 다수의 광원에서 발생하는 신호가 단일 수신기로 입사할 때 발생하는 광 비트 간섭 잡음(optical beat interference noise)이 발생하지 않지만, 가입자마다 각기 다른 파장의 광원을

사용하므로 고가의 광원을 요구하며 파장 안정화를 위한 추가적인 회로 장치가 요구된다는 단점이 있다.

- <13> 마지막으로, 코드 분할 방식은 가입자 마다 각기 다른 코드를 이용하는 방식이다. 이 방식의 경우 일반적으로 직교 코드(orthogonal code)를 사용하여 타 가입자 간섭 신호를 억제하고, 특정 가입자를 구별해 내는 방식이다.
- <14> 도 1 은 종래의 기술에 따른 코드 분할 방식 수동형 광 통신망의 일실시에 구성도이다.
- <15> 도 1에 도시된 바에 따르면, 가입자에 따른 각각의 PN 코드를 발생시키는 PN 코드 발생기(108), PN 코드를 이용하여 신호(data1)를 코드 분할 부호화하는 코드분할 부호화기(106), 코드 분할된 부호화된 다수의 신호를 합하는 합파기, 그리고 하향 광원(109)로 구성된 하향 신호 처리부와 광전변환기(110), 전기신호 분파기, PN 코드 발생기(108), 코드분할 복호화기(107)로 구성된 상향 신호 처리부를 구비한 중앙 기지국(200)과, 광전변환기(103), PN 코드 발생기(105), 광전변환기(103)의 전기 신호를 PN 코드 발생기(105)의 신호를 이용하여 코드 분할 복호화하는 코드분할 복조기(101)로 구성된 하향 신호 처리부와 코드 분할 부호화기(102), 상향 광원(104)로 구성된 상향 신호 처리부를 구비한 다수의 가입자단(100) 및 상/하향 신호를 커플링 하거나 스플리팅하는 광 커플러(300-1, 300-2)를 포함한다.
- <16> 도시된 바와 같이 코드분할 방식의 수동형 광통신망은 가입자마다 각기 다른 PN 코드(pseudo-noise code; PN code)를 사용하며, 중앙 기지국에서는 가입자마다 할당된 코드를 이용하여 신호를 복조한다.

- <17> 이와 같은 코드분할 방식의 경우, 시분할 방식과 달리 버스트-모드 수신기를 요구하지 않으며, 파장 분할 방식과 달리 코드를 이용하여 가입자를 구별하므로 고가의 파장 선택된 분포 제환형 레이저(distributed feedback laser; DFB)를 요구하지 않는다는 장점이 있다.
- <18> 그러나, 코드분할 방식 수동형 광통신망을 패브리-페롯 레이저와 같은 저가의 광원으로 구현할 경우 광 비트 간섭 잡음에 의해 신호의 품질이 크게 열화할 수 있다.
- <19> 여기서, 광 비트 간섭 잡음은 동일 또는 유사한 파장을 갖는 다수의 광원에서 나온 신호가 하나의 광수신기에 입사할 때 발생하는 것으로, 도 2에서 도시하고 있다.
- <20> 도 2 에 도시된 바와 같이,  $f_0$ ,  $f_1$  및  $f_2$  광주파수를 갖는 광 신호가 단일 수신기에 입사하면 각 광 신호의 주파수 차이에 해당하는 주파수 영역( $|f_0-f_1|$ ,  $|f_1-f_2|$ ,  $|f_0-f_2|$ )에 광 비트 간섭 잡음이 발생하게 된다.
- <21> 좀 더 상세히 살펴보면, 코드 분할 방식 광통신망에서 광원의 파장을 제어하지 않을 경우 도 2와 같이 광 신호의 주파수가 서로 유사한 값을 갖게 되고, 이로 인하여 광 비트 간섭 잡음이 발생하여 신호의 품질을 열화시킨다.
- <22> 일반적으로 코드 분할 방식 시스템에서 광 비트 간섭 잡음으로 인한 신호의 열화는 코드를 복조하는 과정에서 어느 정도 해결된다. 이는 코드 분할 방식에서 사용되는 코드는 가입자를 구별하는 역할 외에 광 비트 간섭 잡음을 억제하는 역할도 수행하기 때문이다. 즉, PN 코드로 변조된 신호는 복조될 때 코드와의 상관성으로 인하여 완벽하게 복원되는 반면 광 비트 간섭 잡음은 PN 코드와 상관성이 없으므로 복조 과정에서 크게 억제된다. 이때 억제되는 양은 신호의 전송 속도와 코드 전송 속도의 비율에 관계되며 이를 프로세스 이득(processing gain)이

라고 한다. 이러한 작용으로 인하여 코드 분할 방식 수동형 광통신망은 가입자도 구별하고, 광 비트 간섭 잡음도 억제하게 된다.

<23> 그러나, 가입자 수가 증가함에 따라 다수의 광원의 광신호가 주파수가 유사한 값을 가질 확률이 증가하게 되므로, 특정 수준의 신호 품질을 제공하기 위해서는 프로세스 이득을 높여야 한다. 이를 위해서는 코드의 전송 속도를 증가시키거나 각 가입자의 전송 속도를 낮추어야 한다.

<24> 따라서, 가입자 수가 증가되는 경우, 기존의 코드분할 다중방식을 사용한 수동형 광가입자망은 코드분할 방식의 프로세스 이득에도 불구하고 광 비트 간섭 잡음에 의하여 시스템의 성능이 크게 제한된다. 즉, 높은 프로세스 이득을 얻기 위하여 각 가입자의 전송 속도를 낮추어야 하기 때문에 각 가입자단(optical network unit; ONU)이 사용할 수 있는 최대 전송 속도가 제한되었으며, 가입자의 수가 늘어남에 따라 프로세스 이득이 더 감소하기 때문에 하나의 성형망에 연결될 수 있는 가입자단의 수도 크게 제한되었다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<25> 본 발명은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 코드분할 다중방식의 광통신망에서 오류 정정 코드를 사용한 변/복조를 수행하여, 오류 정정 코드(forward error correction; FEC)의 오류 감시 기능을 이용하여 가입자단 광원의 파장을 제어함으로써 오류 정정 코드의 코딩 이득(coding gain)으로 광 비트 간섭잡음에 의한 신호 품질 열화를 줄이고 가입자단의 광원을 능동적으로 제어하여 광 비트 간섭잡음을 줄임으로써 코드 분할 다중 방식 수동형 광통신망에서 가입자단의 전송 속도를 높이고, 단일 성형망에 연결될 수 있는 가입자 수

를 늘일 수 있는 오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망을 제공하는데 그 목적이 있다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<26>        상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 중앙 기지국과 다수의 ONU(Optical Network Unit)로 구성되며, 각각의 ONU에 대하여 하나의 PN 코드를 할당하여 상기 중앙 기지국과 상기 ONU사이의 데이터 송수신시 상기 PN 코드를 이용하여 변조한 광신호를 이용하여 전송하는 것을 특징으로 하는 코드 분할 다중화 수동형 광 가입자망(passive optical network: PON)에 있어서, 코드 분할 다중화된 상향 신호의 전송에 있어서, 상기 상향 신호에 오류 정정 코드를 삽입하여 전송하고 상기 중앙 기지국으로부터 상기 전송된 오류 정정 코드에 대한 응답을 이용하여 상기 상향 신호의 주파수를 제어하는 것을 특징으로하는 상기 ONU와, 코드 분할 다중화된 상향 신호의 전송을 받아, 이를 복호화하여 상기 상향 신호에 포함된 오류 정정 코드의 에러 카운터를 상기 ONU에 대한 하향 신호에 포함시켜 전송하는 것을 특징으로 하는 상기 중앙 기지국으로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

<27>        이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 일실시예를 상세히 설명한다. 도면에서 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면에 표시되더라도 가능한 한 동일한 참조번호 및 부호로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다.

- <28> 도 3 은 본 발명에 따른 오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망의 일실시에 구성도이다.
- <29> 일반적인 코드분할다중 방식 수동형 광통신망은 코드분할 방식을 이용하여 각 가입자를 구별하고, 프로세스 이득을 이용하여 광 비트 간섭 잡음을 억제한다. 그러나, 상술한 바와 같이 가입자의 증가에 따라, 프로세스 이득만으로는 광 비트 간섭 잡음을 충분히 억제하지 못하기 때문에 도 3에 도시된 본 발명에 따른 오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망은 오류 정정 코드를 사용하여 광 비트 간섭 잡음을 추가적으로 억제하고, 오류 정정 코드의 오류 감시 기능을 이용하여 가입자 광원을 제어함으로써 광 비트 간섭 잡음의 발생을 억제한다. 오류 정정 코드는 송신단에서 데이터 신호에 추가적인 오버헤드를 삽입하고 수신단에서 이를 이용하여 데이터 신호의 오류가 발생한 위치를 감지할 수 있도록 설계된 코드로서, 전송 도중 다량의 전송 오류가 발생하지 않는 한 전송에 의한 신호 오류를 정정할 수 있다. 예를 들어, 7%의 오버헤드가 추가되는 (255, 239) 리드 솔로몬 오류 정정 코드의 경우  $10^{-4}$  비트 오류를 발생시키는 전송 환경에서도  $10^{-12}$  비트 오류율을 얻을 수 있다.
- <30> 도 3에 도시된 수동형 광 통신망은, 하향 신호와 오류 정정 코드의 오류 신호를 다중화하는 다중화기(301), PN 코드 발생기(305), PN 코드를 이용하여 다중화된 신호를 코드 분할 부호화하는 코드분할 부호화기(303), 코드 분할된 다수의 신호를 합하는 합파기, 그리고 하향 광원(306)로 구성된 하향 신호 처리부와 광전변환기(307), 전기신호 분파기, PN 코드 발생기(305), 코드분할 복호화기(304)와 오류 정정 코드 복조기(302)로 구성된 상향 신호 처리부를 구비한 중앙 기지국(200)과, 광전변환기(308), PN 코드 발생기(314), 광전변환기(308)의 전기신호를 PN 코드 발생기(314)의 신호를 이용하여 코드 분할 복호화하는 코드분할 복조기(310), 역 다중화기(312)로 구성된 하향 신호 처리부와 오류 정정 코드 변조기(313), 코드 분할 부호

화기(311), 상향 광원(309), 광원 바이어스 조절기(315)로 구성된 상향 신호 처리부를 구비한 다수의 가입자단(100) 및 상/하향 신호를 커플링 하거나 스플리팅하는 광 커플러(300-1, 300-2)를 포함한다.

<31> 그 동작을 살펴보면, 우선 중앙 기지국(CO)(200)은, 하향 전송 신호(예, Data1)는 오류 정정 코드 복조기(FEC decoder)(302)로부터 복조한 오류 정보(error count)와 다중화기(Mux)(301)에서 다중화된다.

<32> 그리고, 다중화된 신호는 PN 코드 발생부(305)에서 발생한 가입자별로 할당된 코드(예, PN code1)에 의하여 코드분할 부호화된 후(303), 타 가입자에게 전송될 신호와 결합되어 하향 광원(LD : Laser Diode)(306)에 인가된다.

<33> 그리고, 하향 광원은 전기 신호(코드분할 다중화된 신호들의 결합)를 광신호로 변환한 후 광섬유를 통하여 광 커플러(300-1)로 전달되고 광 커플러(300-1)은 광 신호를 가입자에게 스플리팅한다.

<34> 그리고, 각 가입자단(ONU)(100)은 광전변환기(PD)(308)를 이용하여 광신호를 전기신호로 변환한 뒤 PN 코드 발생부(314)에서 발생한 가입자별로 할당된 코드(예, PN code1)를 이용하여 코드분할 다중화된 신호를 복조한다(310).

<35> 그리고, 복조된 신호는 하향 전송 신호와 오류 정보를 포함하고 있으므로 역다중화기(Demux)(312)를 이용하여 하향 전송 신호(예, Data1)와 오류 정보를 분리한다. 여기서, 오류 정보는 바이어스 제어부(Bias Controller)(315)를 통해 상향 광원(309)으로 전달된다. 이에 대해서는 후술하는 상향 신호에 대한 설명에서 상세히 살펴보기로 한다.

- <36> 한편, 상향 신호 전송(예, Data1)은 가입자단(100)에서 먼저 상향 신호를 오류 정정 코드 변조기(FEC encoder)(313)에서 오류 정정 코드화한 후 PN 코드 발생부(314)에서 발생한 가입자별로 할당된 코드(예, PN code1)를 이용하여 코드분할 부호화한다(311).
- <37> 그리고, 코드분할 부호화된 신호는 상향 광원(309)에 인가되어 광 신호로 변환되어 광섬유를 통하여 광 커플러(300-2)로 전달되고 광 커플러(300-1)은 각각의 가입자로부터 전달된 광 신호를 커플링하여 중앙 기지국(200)으로 전송한다.
- <38> 그리고, 중앙 기지국(200)에서는 광전변환기(307)로 수신한 신호를 가입자 수만큼 분파한 후 먼저 PN 코드 발생부(305)에서 발생한 가입자별로 할당된 코드(예, PN code1)를 이용하여 코드분할 다중화된 신호를 복조한다(304).
- <39> 그리고, 복조된 신호는 오류 정정 코드 복조화기(302)를 거치면서 전송 도중 발생한 오류를 정정하며, 이에 대한 오류 정보를 발생하여 이를 다중화기(301)로 전달한다.
- <40> 본 발명에 따른 오류 정정 코드를 이용한 코드분할 다중화 수동형 광 통신망은 이와 같이 코드분할 다중화방식과 오류 정정 코드를 이용하여 상향 전송 도중 발생하는 잡음(예, 수신기 잡음, 광 비트 간섭 잡음)에 의한 신호 오류를 크게 줄일 수 있다. 이때 사용되는 오류 정정 코드로는 오류 정정 코드로 리드-솔로몬 코드(Reed-Solomon code), 비시에이취 코드(BCH code), 터보 코드(turbo cord) 및 엘디피시 코드(LDPC code)를 사용하는 것이 가능하다.
- <41> 그러나, 공개롭게도 모든 가입자단(100)의 광원이 동일한 파장을 가질 경우는 앞서 언급된 방법만으로는 광 비트 간섭 잡음을 충분히 억제할 수 없는 경우가 발생할 수 있다. 이를 위하여 본 발명의 코드분할 다중화 방식의 수동형 광통신망은 오류 정정 코드의 오류 정보를 이용하여 각 가입자단(100)의 상향광원(309)의 광 신호 주파수를 제어하는 방법을 사용한다.



- <42>      상기의 설명한 바와 같이, 하향 전송 신호에는 순수 하향 전송 신호(예 Data1, Data2,... DataN)와 오류 정보로 구성되어 있다. 여기서, 오류 정보는 오류 정정 코드화된 상향 신호를 중앙 기지국(200)이 복조하는 과정에서 발생하며 상향 신호의 품질을 감시하는 기능을 수행한다.
- <43>      하향 전송으로 이러한 오류 정보를 각 가입자단(100)으로 보내줌으로써 각 가입자단(100)은 상향 신호의 품질 열화 수준을 감지하게 되며, 이를 이용하여 상향광원(309)의 광 신호의 주파수를 제어할 수 있다. 도 3에서 보는 바와 같이 각 가입자단(100)은 역다중화기(312)를 이용하여 순수 하향 전송 신호와 오류 정보를 분리한다. 분리된 오류 정보는 바이어스 제어부(315)를 통해 상향 광원(309)의 바이어스 전류(bias current)를 제어함으로써 상향 광원(309)의 광주파수를 조절한다. 일반적으로 많이 사용되는 패브리-페롯 레이저와 분포 궤환형 레이저는 0.2 GHz~5 GHz/mA의 전류변화에 따른 광주파수 변화 계수를 갖는다. 따라서, 10 mA 내외의 전류 제어를 통하여 상향 광원(309)의 광주파수가 수 GHz~수십 GHz 변화하므로 이를 이용하여 광 비트 간섭 잡음을 줄일 수 있다. 그 상세한 방법은 도 5에서 설명하기로 한다.
- <44>      도 4 는 본 발명에 따른 오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망의 또다른 실시예의 구성도이다.
- <45>      도 3과 비교해서 각 가입자단(100)에서 오류 정정 코드화 장치(412)가 코드 분할 부호화기(411) 뒤에 위치해 있다. 따라서, 중앙 기지국(200)에서도 상향 신호 수신시 마찬가지로 도 3과 달리 오류 정정 코드 복조 장치(404)가 코드 분할 복호화기(413) 앞에 위치해 있다. 그 밖의 내용은 같으므로 상세한 설명은 생략할 수 있을 것이다.

- <46> 도 5 는 본 발명에 따른 오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망에서의 오류 정보를 이용하여 상향 광원의 바이어스 전류를 제어하는 방법에 대한 일실시에 동작 흐름도이다.
- <47> 우선, 본 방법의 기본적인 동작 원리는 현재 바이어스 전류값(예,  $I_{on}$ ), 현재 바이어스 전류에서 얼마간 올린 전류값(예,  $I_{on}+dI$ ), 그리고 현재 바이어스 전류에서 얼마간 내린 전류값(예,  $I_{on}-dI$ )에서 각각 오류 정보를 확인하고, 이 세 값을 비교하여 광원의 바이어스 전류를 어느 방향으로 제어하는 것이 신호 품질을 향상시키는 것인가를 판단하는 것이다.
- <48> 동작 흐름도를 좀 더 자세히 살펴보면, 우선, 현재의 바이어스 전류( $I_{on}$ )와 변화량( $dI$ ), 오류 정보값( $\varepsilon$ ), 최소 바이어스 전류값( $I_{min}$ ) 및 최대 바이어스 전류값( $I_{max}$ ) 등의 초기값을 저장한다(501).
- <49> 그리고, 전송된 데이터가 있는 지를 확인하고(502) 전송된 데이터(상향 정보)가 있으면, 바이어스 전류는 현재의 값( $I_{on}$ )으로 설정되고(503), 이 동작점에서 상향 신호를 전송한다.
- <50> 그리고, 전송이 이루어 지면서 중앙 기지국은 가입자단에 오류 정보를 보내게 되고 이를 이용하여 가입자단은 상향 신호 전송이 원활히 이루어지고 있는가를 감시한다(504 내지 516).
- <51> 만약, 광 비트 간섭 잡음이 커서 오류 정보가 특정 값을 넘게 되면(에러 카운트 $<\varepsilon$ )(504), 현재 바이어스 전류( $I_{on}$ )에서의 오류 정보값( $\varepsilon_0$ )을 저장하고(505), 바이어스 전류를  $dI$ 만큼 증가시킨다( $I_{on}+dI$ )(506).

- <52> 그리고, 증가된 바이어스 전류에서 오류 정보값( $\varepsilon_+$ )을 다시 저장한 후, 바이어스 전류를 2배의  $d1$ 만큼 감소시키고(즉,  $Ion-d1$ )(508) 오류 정보값( $\varepsilon_-$ )을 다시 측정하여 저장한다(509).
- <53> 이와 같은 과정을 거쳐 세 오류 정보값을 추출하고, 이 세 값을 비교하여 오류 정보가 가장 적은 방향으로 상향 광원의 전류를 이동시킨다.
- <54> 즉, 세가지 오류 정보값( $\varepsilon_0, \varepsilon_+, \varepsilon_-$ )중 최소값이  $\varepsilon_+$ 이고, 최대값이  $\varepsilon_-$ 이면(510)  $Ion+d1$ 이 최대 전류값( $I_{max}$ )보다 큰지를 확인하여(512) 크다면 바이어스 전류를  $Ion$  값으로 하고(516) 크지않다면 바이어스 전류를  $Ion+d1$ 으로 설정한다(516).
- <55> 한편, 세가지 오류 정보값( $\varepsilon_0, \varepsilon_+, \varepsilon_-$ )중 최소값이  $\varepsilon_+$ 이고, 최대값이  $\varepsilon_-$ 이 아니면(510), 세가지 오류 정보값( $\varepsilon_0, \varepsilon_+, \varepsilon_-$ )중 최소값이  $\varepsilon_-$ 이고, 최대값이  $\varepsilon_+$ 인지를 확인한다(511).
- <56> 그리고, 511 과정의 확인 결과, 최소값이  $\varepsilon_-$ 이고, 최대값이  $\varepsilon_+$ 이면(511)  $Ion-d1$ 이 최소 전류값( $I_{min}$ )보다 작은지를 확인하여(513) 작다면 바이어스 전류를  $Ion$  값으로 하고(514) 작지않다면 바이어스 전류를  $Ion-d1$ 으로 설정한다(513).
- <57> 그리고, 511 과정의 확인 결과, 최소값이  $\varepsilon_-$ 이고, 최대값이  $\varepsilon_+$ 이 아니면(511) 바이어스 전류를  $Ion$  값으로 설정한다(514).
- <58> 이와 같이, 새로 설정된 바이어스 전류가 시스템 동작에 적합한 바이어스 전류 범위인가를 확인하여 과전류, 또는 저전류로 인한 광원의 고장이나 시스템의 오동작을 사전에 피한다. 이와 같은 과정을 반복하면서 광원의 바이어스 전류를 제어함으로써 광 비트 간섭 잡음에 의한 시스템의 성능 열화를 극복할 수 있다.

<59>       이상에서 설명한 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다.

【발명의 효과】

<60>       상기와 같은 본 발명은, 코드분할 다중방식과 오류 정정 코드를 이용하여 광 비트 간섭 잡음에 의한 신호 열화를 극복하는 효과가 있다

<61>       특히, 본 발명은, 오류 정정 코드의 오류 감시 기능을 이용하여 상향 광원의 광 신호의 주파수를 제어함으로써 광 비트 간섭 잡음을 줄일 수 있으므로, 저가의 광원으로 구현되는 수동형 광통신망에서 가입자단의 전송 속도를 향상시킬 수 있고, 망의 확장 측면에서는 가입자 수를 크게 증가시킬 수 있으므로 수동형 광통신망의 초기 포설 비용을 낮추고, 망의 확장성을 도모하는 효과가 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

중앙 기지국과 다수의 ONU(Optical Network Unit)로 구성되며, 각각의 ONU에 대하여 하나의 PN 코드를 할당하여 상기 중앙 기지국과 상기 ONU사이의 데이터 송수신시 상기 PN 코드를 이용하여 변조한 광신호를 이용하여 전송하는 것을 특징으로 하는 코드 분할 다중화 수동형 광 가입자망(passive optical network: PON)에 있어서,

코드 분할 다중화된 상향 신호의 전송에 있어서, 상기 상향 신호에 오류 정정 코드를 삽입하여 전송하고 상기 중앙 기지국으로부터 상기 전송된 오류 정정 코드에 대한 응답을 이용하여 상기 상향 신호의 주파수를 제어하는 것을 특징으로하는 상기 ONU와,

코드 분할 다중화된 상향 신호의 전송을 받아, 이를 복호화하여 상기 상향 신호에 포함된 오류 정정 코드의 에러 카운터를 상기 ONU에 대한 하향 신호에 포함시켜 전송하는 것을 특징으로 하는 상기 중앙 기지국으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서,

상기 중앙 기지국은,

상기 ONU에 대한 하향 신호와 상기 오류 정정 코드의 에러 카운터를 다중화하는 다중화기;

각각의 가입자에 대한 코드 분할 다중화를 위한 PN 코드를 발생시키는 제 1 PN 코드 발생기;

상기 제 1 PN 코드 발생기를 통해 발생된 PN 코드를 이용하여 상기 다중화기에서 다중화된 신호를 코드 분할 부호화하는 제 1 코드분할 부호화기;

상기 코드 분할 부호화된 신호를 광신호로 전송하기 위한 하향 광원;

상기 ONU로부터의 광 신호를 수신하여 전기 신호로 변환하는 제 1 광전변환기;

상기 제 1 PN 코드 발생기를 통해 발생된 PN 코드를 이용하여 상기 제 1 광전변환기에서 다중화된 신호를 코드 분할 복호화하는 제 1 코드분할 복호화기; 및

상기 코드분할 복호화된 신호의 오류 정정 코드에서 상기 오류 정정 코드의 에러 카운터를 추출하여 상기 다중화기로 전달하는 오류 정정 코드 복조기를 포함하는 것을 특징으로 하는 오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망.

### 【청구항 3】

제 2 항에 있어서,

상기 ONU는,

상기 중앙 기지국으로부터의 하향 신호를 수신하여 전기 신호로 변환하는 제 2 광전변환기;

코드 분할 다중화를 위하여 상기 ONU에 할당된 PN 코드를 발생시키는 제 2 PN 코드 발생기;

상기 제 2 광전변환기의 전기 신호를 상기 제 2 PN 코드 발생기의 PN 코드를 이용하여 코드 분할 복호화하는 제 2 코드분할 복조기;

상기 코드 분할 복호화된 신호로부터 상기 다중화된 하향 신호와 오류 정정 코드의 에러 카운터 정보를 역 다중화하는 역 다중화기;

상향 신호 전송시의 오류 정정 코드를 삽입하여 변조하는 오류 정정 코드 변조기;

상기 오류 정정 코드 변조기에서 변조된 신호를 상기 제 2 PN 코드 발생기를 통해 코드 분할 부호화하는 제 2 코드 분할 부호화기;

상기 코드 분할 부호화된 신호를 광신호로 전송하기 위한 상향 광원;

상기 역 다중화기로부터 전달된 에러 카운터 정보를 이용하여 상기 상향 광원의 바이어스 전류를 제어하는 광원 바이어스 조절기를 포함하는 것을 특징으로 하는 오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망.

#### 【청구항 4】

제 1 항에 있어서,

상기 중앙 기지국은,

상기 ONU에 대한 하향 신호와 상기 오류 정정 코드의 에러 카운터를 다중화하는 다중화기;

각각의 가입자에 대한 코드 분할 다중화를 위한 PN 코드를 발생시키는 제 1 PN 코드 발생기;

상기 제 1 PN 코드 발생기를 통해 발생된 PN 코드를 이용하여 상기 다중화기에서 다중화된 신호를 코드 분할 부호화하는 제 1 코드분할 부호화기;

상기 코드 분할 부호화된 신호를 광신호로 전송하기 위한 하향 광원;

상기 ONU로부터의 광 신호를 수신하여 전기 신호로 변환하는 제 1 광전변환기;

상기 제 1 광전변환기에서 전기 신호로 변환된 신호에 포함된 상기 코드분할 복호화된 신호의 오류 정정 코드에서 상기 오류 정정 코드의 에러 카운터를 추출하여 상기 다중화기로 전달하는 오류 정정 코드 복조기; 및

상기 제 1 PN 코드 발생기를 통해 발생된 PN 코드를 이용하여 상기 오류 정정 코드 복조기를 통해 상기 오류 정정 코드의 에러 카운터가 추출된 신호를 코드 분할 복호화하는 제 1 코드분할 복호화기를 포함하는 것을 특징으로 하는 오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망.

#### 【청구항 5】

제 4 항에 있어서,

상기 ONU는,

상기 중앙 기지국으로부터의 하향 신호를 수신하여 전기 신호로 변환하는 제 2 광전변환기;

코드 분할 다중화를 위하여 상기 ONU에 할당된 PN 코드를 발생시키는 제 2 PN 코드 발생기;



상기 제 2 광전변환기의 전기 신호를 상기 제 2 PN 코드 발생기의 PN 코드를 이용하여 코드 분할 복호화하는 제 2 코드분할 복조기;

상기 코드 분할 복호화된 신호로부터 상기 다중화된 하향 신호와 오류 정정 코드의 에러 카운터 정보를 역 다중화하는 역 다중화기;

상향 신호를 상기 제 2 PN 코드 발생기를 통해 코드 분할 부호화하는 제 2 코드 분할 부호화기;

상기 제 2 코드 분할 부호화기를 통해 코드 분할 부호화된 상향 신호에 대해, 상향 신호 전송시의 오류 정정 코드를 삽입하여 변조하는 오류 정정 코드 변조기;

오류 정정 코드가 삽입된 상기 코드 분할 부호화된 신호를 광신호로 전송하기 위한 상향 광원; 및

상기 역 다중화기로부터 전달된 에러 카운터 정보를 이용하여 상기 상향 광원의 바이어스 전류를 제어하는 광원 바이어스 조절기를 포함하는 것을 특징으로 하는 오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망.

#### 【청구항 6】

제 1 항 내지 제 5 항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 오류 정정 코드로 리드-솔로몬 코드(Reed-Solomon code)를 사용하는 것을 특징으로 하는 오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망.

## 【청구항 7】

제 1 항 내지 제 5 항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 오류 정정 코드로 비시에이취 코드(BCH code)를 사용하는 것을 특징으로 하는 오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망.

## 【청구항 8】

제 1 항 내지 제 5 항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 오류 정정 코드로 터보 코드(turbo cord)를 사용하는 것을 특징으로 하는 오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망.

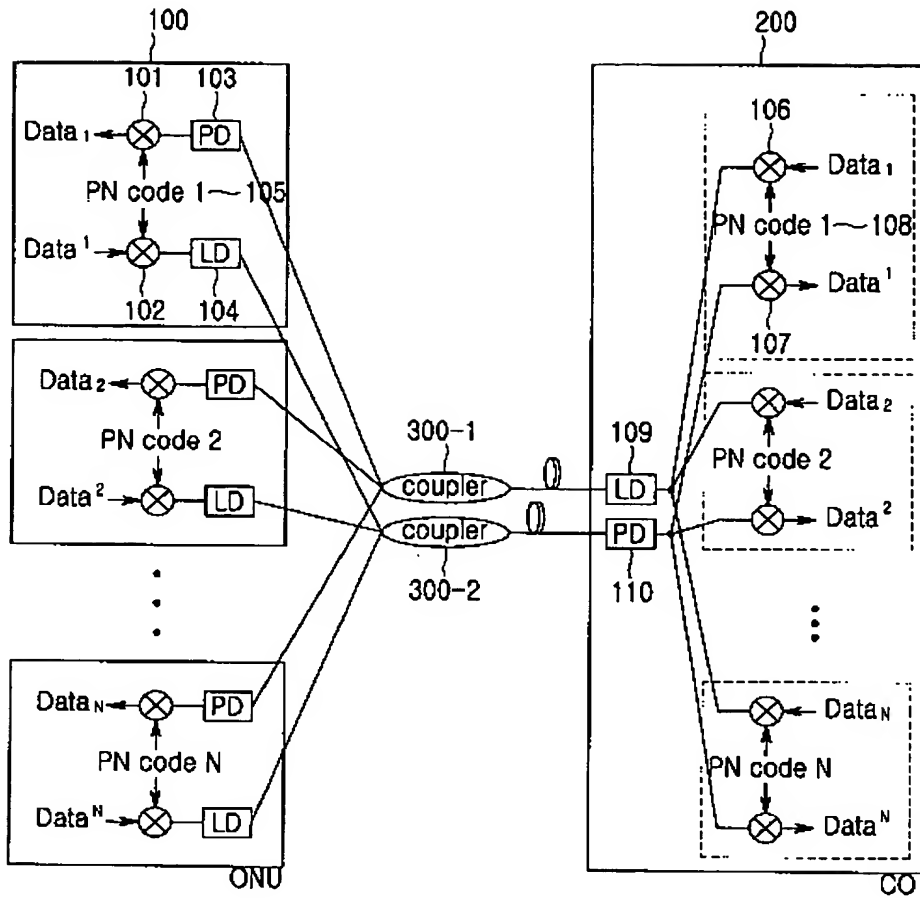
## 【청구항 9】

제 1 항 내지 제 5 항 중의 어느 한 항에 있어서,

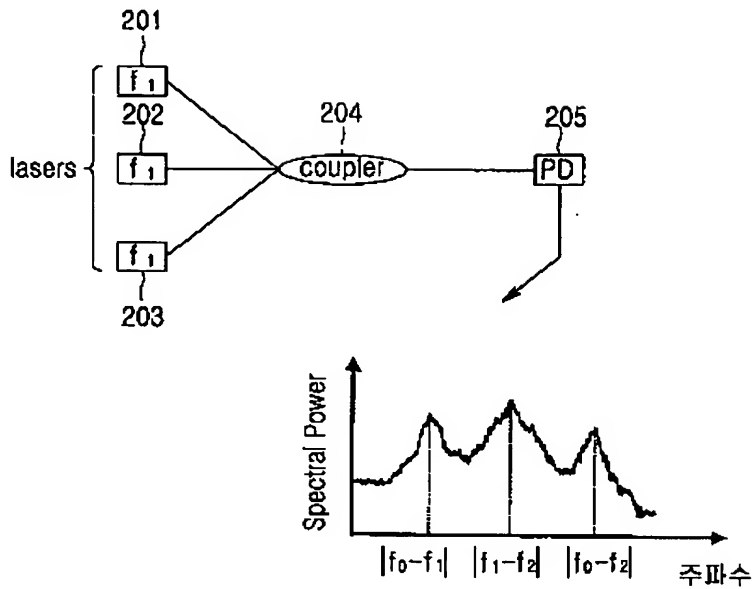
상기 오류 정정 코드로 엘디피시 코드(LDPC code)를 사용하는 것을 특징으로 하는 오류 정정 코드를 사용하는 코드분할다중 방식 수동형 광통신망.

【도면】

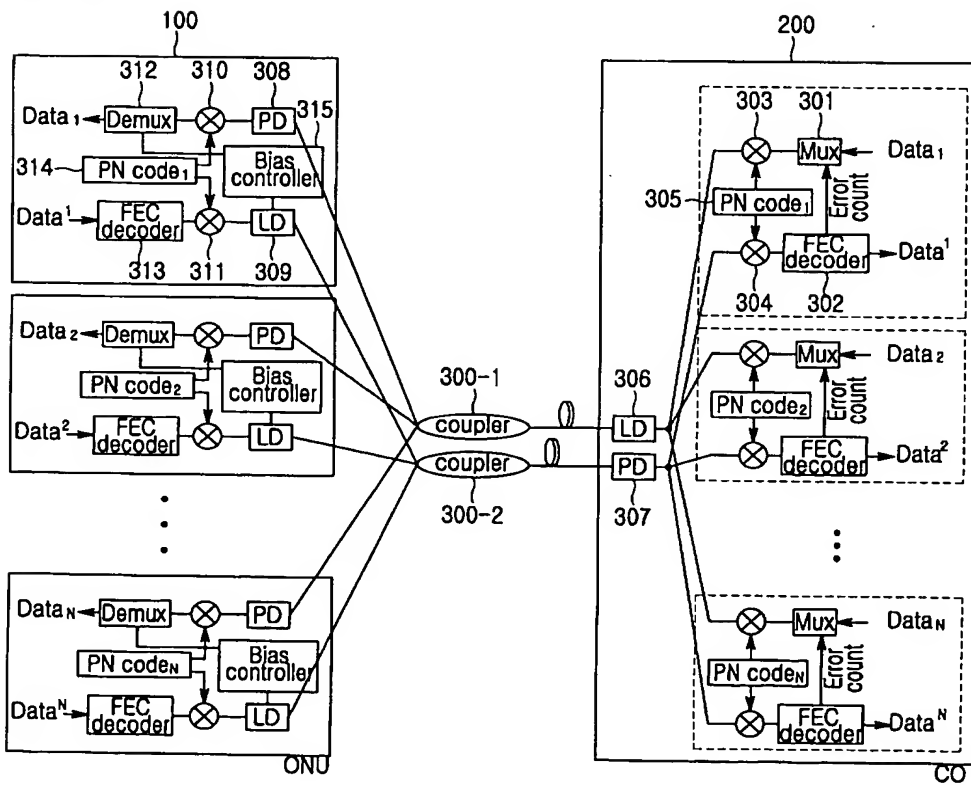
【도 1】



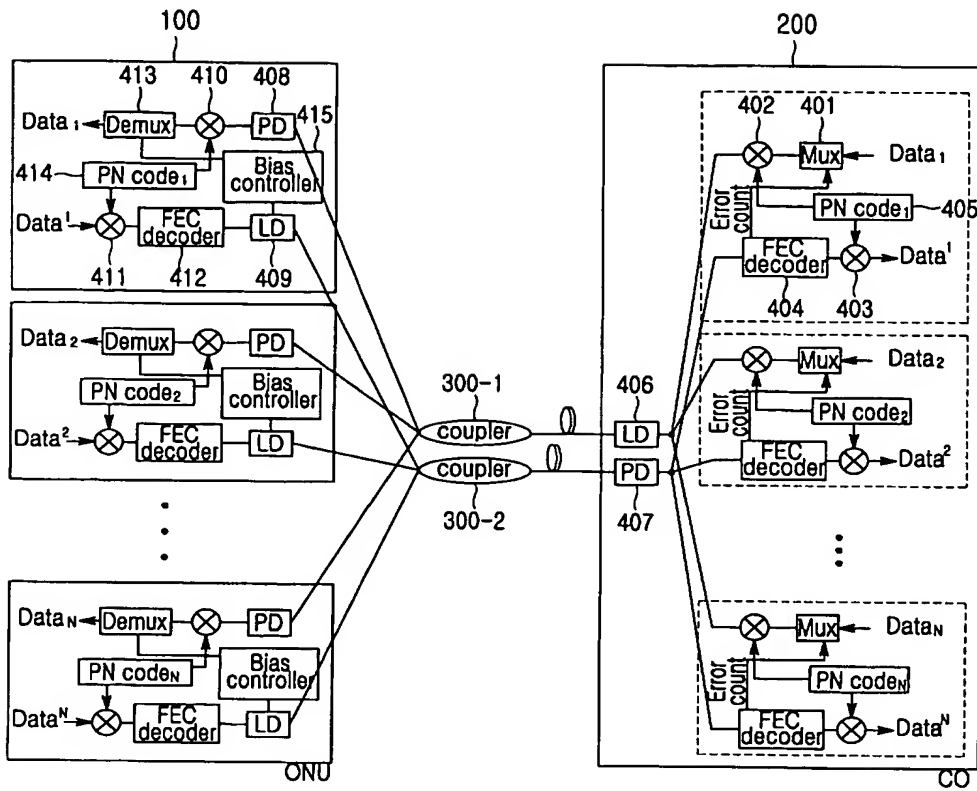
【도 2】



【도 3】



【도 4】



【도 5】

